

# **PERSEBARAN KUALITAS AIRTANAH BEBAS KAITANNYA DENGAN TINGKAT KEPADATAN PENDUDUK DI KOTA MEDAN PROPINSI SUMATERA UTARA**

*Groundwater Quality of the Unconfined Aquifer and It's  
Relation to The Population Density in the City of Medan, North  
Sumatra Province*

Darwin Parlaungan Lubis<sup>1</sup>, Sudarmadji<sup>2</sup>, Kasto<sup>3</sup>

Program Studi Geografi

Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada

## **ABSTRACT**

This research was conducted in Medan, the capital city of North Sumatra province, which has been developing rapidly. Objectives of this research are investigating about: (1) influence of the level of population density to the quality of groundwater of unconfined aquifer (2) influence of population activities (such as wastewater disposal method, distance of wastewater disposal site and the physical condition of well) to the quality of groundwater of unconfined aquifer. Parameters, which were studied in this research, consist of the depth of groundwater surface, physical field, temperature, taste and odor of wastewater, pH, turbidity, Cl<sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Fe, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, COD, and BOD.

Data was analyzed by graphical method, such as a bar graph, to predict the influence population density to groundwater quality. The analysis of variance was used to examine the difference of groundwater quality among population density level, while multiple regression method was used to examine the influence of the method wastewater disposal ( $X_1$ ), the distance of wastewater disposal ( $X_2$ ), and the physical condition of well ( $X_3$ ) to the pollution risk.

The results of this research showed that the increasing level of population density tends to increase temperature, turbidity,

<sup>1</sup> Fakultas Ilmu sosial, Jurusan Pendidikan Geografi Universitas Negeri Medan

<sup>2,3</sup> Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

Electric conductivity, pH, Cl, and Fe of groundwater quality. Result of multiple regression showed that the physical condition of well ( $X_3$ ), significantly determined the quality of groundwater of the unconfined aquifer. The parameter of ground water quality such as turbidity, Electric conductivity, pH, Cl,  $SO_4^{2-}$ ,  $NO_3^-$ ,  $NO_2^-$ , COD, and BOD were relatively high, however they did not exceed water quality standard for drinking water, except those for Fe. High concentration of iron was found in Siti Rejo, subdistrict of Medan Amplas, which was about 1.08 ppm.

**Key words :** *Groundwater quality, unconfined aquifer, population density, wastewater.*

## PENGANTAR

Dewasa ini masalah kualitas air merupakan salah satu aspek yang makin banyak diperhatikan di dalam pengelolaannya. Di samping persyaratan kualitas, kecenderungan terjadinya penurunan kualitas air di beberapa daerah terutama di daerah perkotaan juga merupakan hal yang perlu diperhatikan. Tidak hanya di kota besar, di kota kecamatan pun penurunan kualitas airtanah sudah terjadi (Sudarmadji dan Suyono, 1993)

Meningkatnya jumlah penduduk dengan segala kegiatan kehidupannya di daerah perkotaan, menuntut peningkatan ketersediaan air, dalam rangka memenuhi segala aspek kebutuhan air, termasuk airtanah. Airtanah mempunyai kelebihan seperti mudah didapat, relatif bersih, tanpa pengelolaan khusus, namun juga memiliki keterbatasan-keterbatasan. Keterbatasan dalam pemanfaatan airtanah ini dapat disebabkan oleh:

1. airtanah sering mengandung zat kimia dalam jumlah berlebihan,
2. airtanah yang tercemar, terutama pada airtanah bebas,
3. jika airtanah mengalami pencemaran relatif sulit diatasi, bahkan hampir tidak mungkin dilakukan dalam waktu yang relatif singkat.

Kota Medan dijadikan sebagai daerah penelitian (Gambar 1.) didasarkan atas berbagai pertimbangan. Kota Medan sebagai Ibukota Propinsi Sumatera Utara mengalami laju pembangunan yang cepat sejalan dengan perkembangan penduduk dan fungsinya sebagai

pusat pemerintahan. Selain itu, Kota Medan merupakan pusat perdagangan, pusat industri, pusat pelayanan, dan pusat bisnis di Propinsi Sumatera Utara.

Kota Medan mengandalkan cadangan air dari airtanah. Mengingat kedalaman muka airtanah yang relatif dangkal di daerah penelitian, memungkinkan sekali airtanah akan mudah terkontaminasi oleh bahan-bahan pencemar baik dari limbah rumah tangga dan limbah industri.

Berkaitan dengan masalah pencemaran airtanah yang berhubungan dengan aspek penduduk perkotaan, Sudarmadji (1991) mengemukakan bahwa sumber utama pencemaran airtanah bebas di daerah perkotaan adalah limbah domestik, baik limbah cair maupun padat. Selain itu beberapa sumber pencemar lain yang cukup potensial menyumbang pencemaran pada air tanah, adalah limbah dari fasilitas umum seperti sarana sanitasi yang tidak mengimbangi volume limbah baik terbuka maupun tertutup. Seperti halnya airtanah di Kota Yogyakarta, terjadi pada daerah yang padat penduduknya, sehingga kualitas airtanahnya kurang baik. Hal ini disebabkan oleh tercemarnya airtanah oleh limbah domestik. Hal yang serupa diperoleh oleh Cholil (1983) dalam penelitiannya di kota Surakarta, dan Gunawan (1992) di kota yang sama.

Penelitian lain yang memiliki topik tentang hubungan pengaruh kualitas airtanah dengan tingkat kepadatan penduduk pernah dilakukan oleh Purnama, (1997), yang berjudul "Pengaruh Kepadatan Penduduk dan Kepadatan Industri Terhadap Kualitas Air Tanah di Kota Semarang." Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi airtanah di Kota Semarang sebagai salah satu kota besar di Indonesia, dan menganalisis sejauh mana pengaruh perbedaan tingkat kepadatan penduduk dan kepadatan industri terhadap kualitas air di kota tersebut. Selain itu dikaji pula kelayakan airtanah di daerah tersebut untuk penggunaan sehari-hari, terutama sebagai air minum. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada beberapa sampel airtanah terdapat ion nitrat dan bakteri *E. coli* yang kadarnya telah melampaui baku mutu air untuk air minum. Kesadahan airtanah di daerah penelitian juga termasuk tinggi lebih dari 300 mg/L, meskipun belum melampaui baku mutu air untuk air minum. Dalam kaitannya dengan pengaruh kepadatan penduduk dan kepadatan industri terhadap kadar unsur-unsur dalam airtanah, ternyata kedua aspek lingkungan tersebut tidak selalu berpengaruh pada tinggi rendahnya kadar unsur-unsur dalam airtanah di daerah penelitian.

Berdasarkan latar belakang dan perumusan masalah penelitian di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk mengkaji:

1. pengaruh berbagai tingkat kepadatan penduduk terhadap kualitas airtanah bebas.
2. pengaruh resiko pencemaran dari hasil aktivitas penduduk yang berupa cara pembuangan air limbah, jarak pembuangan air limbah, dan kondisi fisik sumur gali, terhadap kualitas airtanah bebas.

## CARA PENELITIAN

Cara pelaksanaan penelitian dibagi ke dalam tiga tahap: 1) tahap persiapan, 2) tahap pelaksanaan atau pekerjaan lapangan, dan 3) tahap pengolahan dan analisis data. Tahap persiapan berupa kegiatan yang meliputi: 1) Penentuan batas dan lokasi, 2) studi pustaka dan telaah penelitian sebelumnya, berhubungan dengan obyek penelitian, 3) menyiapkan alat dan bahan yang dipakai untuk survei atau pengukuran di lapangan seperti EC-meter, botol sampel, peta dasar, dan alat-alat tulis

Tahap pelaksanaan atau pekerjaan lapangan, meliputi: 1) menentukan lokasi pengambilan sample, 2) pengumpulan data sekunder, diperoleh dari pustaka mengenai daerah penelitian, instansi terkait berupa peta, data meteorologi (curah hujan, dan temperatur), data-data kependudukan, data jenis-jenis tanah, data permeabilitas airtanah bebas 3) pengumpulan data primer, terdiri atas : (a) data tinggi muka airtanah pada sumur gali, diperoleh dengan cara mengukur langsung kedalaman sumur-sumur sampel di daerah penelitian; (b) data fluktuasi permukaan airtanah dan kondisi fisik sumur diperoleh dengan cara pengamatan dan wawancara terhadap penduduk setempat; (c) data sifat fisik dan kimia airtanah bebas mencakup: temperatur air, rasa, bau, pH, kekeruhan,  $Cl^-$ ,  $NO_2^-$ ,  $NO_3^-$ ,  $Fe$ ,  $SO_4^{2-}$ , COD, dan BOD. diambil langsung di lapangan kemudian dianalisis di laboratorium.

Tahap pengolahan dan analisis, yaitu: 1) analisis kualitas airtanah di laboratorium, 2) perhitungan dan analisis data baik data primer, data hasil laboratorium, maupun data sekunder, serta penyiapan dan pembuatan peta kepadatan penduduk, dan peta arah aliran airtanah.

Pengolahan dan analisis data, meliputi: 1) analisis keruangan, untuk menganalisis pengaruh tingkat kepadatan penduduk beserta

unsur-unsurnya yang menghasilkan limbah rumah tangga cair dengan tipe kualitas airtanah untuk masing-masing daerah permukiman di daerah penelitian 2) analisis statistik dan pembuktian hipotesis, berupa identifikasi dan evaluasi faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas airtanah menggunakan model statistik Anova eka jalur, dan regresi linear berganda. Analisis tersebut merupakan cara-cara yang dilakukan dalam analisis geografis seperti yang dikemukakan oleh Bintarto dan Surastopo (1979).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Masuknya bahan-bahan pencemar ke dalam akuifer tak tertekan (*unconfined aquifer*) sangat tergantung dari sumber dan macam limbah serta kondisi geohidrologi. Dalam penelitian ini, faktor-faktor terpilih yang diperkirakan mempunyai pengaruh kuat terhadap penurunan kualitas airtanah, yaitu tingkat kepadatan penduduk, dengan segala aktivitasnya yang meliputi jarak pembuangan limbah terhadap lokasi sumur, kondisi fisik bangunan sumur dan sistem pembuangan air limbah.

Analisis statistik digunakan untuk mendapatkan gambaran yang bersifat kuantitatif tentang pengaruh dari berbagai faktor tersebut terhadap kualitas airtanah.

### Pengaruh Tingkat Kepadatan Penduduk Terhadap Kualitas Airtanah

Untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan atau persamaan dalam penelitian ini diperlukan suatu perbandingan parameter kualitas airtanah antar tingkat kepadatan penduduk di daerah penelitian. Analisis statistik yang dipakai adalah Uji F, dengan analisis Varians satu Jalur (One-way Anova). Cara ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan dan persamaan secara keruangan parameter kualitas airtanah yang diteliti antar tingkat kepadatan penduduk.

Hasil perhitungan dengan analisis of Varians satu Jalur (One-way Anova) untuk sifat fisik dan kimia airtanah yang terdiri atas: suhu, kekeruhan, DHL, pH,  $Cl^-$ ,  $SO_4$ ,  $Fe$ ,  $NO_3$ ,  $NO_2$ , COD, dan BOD, yang ditunjukkan pada Tabel 1. menunjukkan bahwa unsur-unsur yang dominan pengaruhnya dengan tingkat kepadatan penduduk adalah : suhu, kekeruhan, DHL, pH,  $Cl^-$ , dan  $Fe$ . Dari keenam unsur tersebut terlihat perbedaan yang nyata dengan derajat kepercayaan 95%.

Untuk unsur-unsur kimia airtanah seperti  $\text{SO}_4$ ,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{NO}_2$ , COD, dan BOD, walaupun rata-rata konsentrasi dalam airtanah berbeda antar tingkat kepadatan penduduk, namun hasil uji beda dengan menggunakan varians, tidak menunjukkan adanya perbedaan yang meyakinkan. Hal ini ditunjukkan dari masing-masing nilai probabilitasnya lebih besar dari 0,05 yang berarti bahwa derajat kepercayaannya tidak sampai 95% sehingga tidak dapat diterima dan tidak dapat dikatakan memiliki perbedaan secara nyata.

**Tabel 1. Rekapitulasi Rata-rata Hasil Analisis Varians Eka Jalur dengan unsur-unsur Kualitas Airtanah Antar Tingkat Kepadatan Penduduk**

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
SUHU	Between Groups	5.617	2	2.808	8.317	.002
	Within Groups	9.117	27	.338		
	Total	14.734	29			
KERUH	Between Groups	497.075	2	248.538	5.382	.01
	Within Groups	1246.919	27	46.182		
	Total	1743.994	29			
DHL	Between Groups	224381.1	2	112190.5	4.233	.025
	Within Groups	715573.1	27	26502.707		
	Total	939954.2	29			
PH	Between Groups	8.381	2	4.190	41.082	.000
	Within Groups	2.754	27	.102		
	Total	11.135	29			
KLORIDA	Between Groups	2184.352	2	1092.176	4.924	.015
	Within Groups	5988.639	27	221.801		
	Total	8172.990	29			
NITRIT	Between Groups	.386	2	.193	.682	.514
	Within Groups	7.640	27	.283		
	Total	8.026	29			
NITRAT	Between Groups	.982	2	.491	1.360	.274
	Within Groups	9.746	27	.361		
	Total	10.728	29			
BESI	Between Groups	.757	2	.378	6.551	.005
	Within Groups	1.559	27	5.776E-02		
	Total	2.316	29			
SULFAT	Between Groups	139.904	2	69.952	.849	.435
	Within Groups	2224.079	27	82.373		
	Total	2363.984	29			
COD	Between Groups	1.641	2	.821	.548	.584
	Within Groups	40.438	27	1.498		
	Total	42.080	29			
BOD	Between Groups	1.487	2	.743	.198	.82
	Within Groups	101.241	27	3.750		
	Total	102.728	29			

Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa rata-rata konsentrasi setiap unsur kimia airtanah yaitu  $\text{SO}_4$ ,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{NO}_2$ , COD, dan BOD, di daerah penelitian persebarannya merata, atau tidak memiliki perbedaan yang nyata antar tingkat kepadatan penduduk, baik itu tingkat kepadatan penduduk tinggi, sedang maupun rendah. Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan tingkat kepadatan penduduk

tidak diikuti perbedaan kualitas kimia airtanah yang terdapat di setiap tingkat kepadatan penduduk.

Mendasarkan pada bahasan di atas, maka dapat dikemukakan bahwa hipotesis pertama dari penelitian ini, yang menyatakan bahwa : *"Terdapat perbedaan yang nyata dimana pada kepadatan penduduk yang tinggi kandungan unsur kimia airtanahnya lebih tinggi jika dibandingkan dengan daerah yang memiliki kepadatan penduduk yang lebih rendah"* tidak terbukti secara nyata pada derajat kepercayaan 95%. Hal ini didasarkan pada 3 dari 7 hasil untuk unsur kimia airtanah tidak menunjukkan perbedaan yang nyata dengan tingkat kepadatan penduduk, dengan dugaan, pertama disebabkan ketidaktepatan penyusunan kategori untuk tingkat kepadatan penduduk, dan kedua disebabkan variasi konsentrasi setiap unsur  $\text{SO}_4$ ,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{NO}_2$ , COD, dan BOD, dengan tingkat kepadatan penduduk relatif merata.

Tidak terbuktinya hipotesis tersebut adalah wajar, mengingat jumlah penduduk yang besar di daerah perkotaan membutuhkan sarana dan prasarana permukiman yang lebih luas, sehingga konsekuensi dari kepadatan penduduk adalah perubahan permukiman. Variasi kegiatan penduduk perkotaan, membawa konsekuensi perbedaan sarana dan prasarana penunjang, sehingga jika permukiman tersebut tidak menjadi semakin luas maka akan semakin padat, yang berakibat pada luas lahan terbangun dan luas lahan permukiman semakin besar. Kondisi ini tentunya sangat menentukan peningkatan unsur-unsur pendukung kualitas airtanah bebas di daerah tersebut.

### Faktor-faktor yang Paling Berpengaruh Terhadap Kualitas Airtanah Bebas

Variasi kualitas airtanah secara teoritis terjadi sebagai akibat adanya berbagai pengaruh dari variabel selain oleh kepadatan penduduk itu sendiri, juga dipengaruhi oleh faktor kondisi fisik sumur, sistem pembuangan air limbah, dan jarak pembuangan limbah, baik secara bersama-sama ataupun secara sendiri-sendiri. Namun demikian variabel-variabel tersebut di daerah penelitian, tidak seluruhnya menunjukkan pengaruh yang cukup kuat terhadap variasi kualitas airtanah bebas, untuk itu analisis kualitas airtanah yang dibahas dalam hipotesa kedua ini dibatasi pada hasil analisis yang mempunyai hubungan nyata dengan tingkat kepadatan penduduk yaitu suhu, temperatur, kekeruhan, DHL, pH, klorida dan besi.

Untuk mengetahui atau membuktikan variabel-variabel yang berpengaruh nyata terhadap kualitas airtanah bebas, data hasil penelitian dianalisis menggunakan teknik korelasi regresi berganda. Dengan ini, disamping mengetahui kuat atau lemahnya hubungan antara berbagai variabel juga dapat mengetahui kekuatan pengaruh secara kuantitatif dari setiap variabel pengaruh, jika pengaruh dari variabel-variabel lainnya dianggap konstan. Oleh karena itu, dari setiap komponen yang diteliti dinyatakan sebagai variabel, yakni  $X_1$ ,  $X_2$ , dan  $X_3$  sebagai variabel pengaruh (*independent variable*) dan khusus  $Y_n$  atau kualitas airtanah bebas dinyatakan sebagai variabel terpengaruh (*dependent variable*).

Berdasarkan hasil analisis data penelitian ini, ditentukan variabel-variabel dari unsur-unsur resiko pencemaran yaitu  $X_1$  (jarak pembuangan limbah),  $X_2$  (kondisi fisik sumur), dan  $X_3$  (sistem pembuangan air limbah), yang hasilnya ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Signifikansi T Nilai Beta Setiap Variabel Pengaruh

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95% Confidence Interval for B	
	B	Std. Error				Lower Bound	Upper Bound
Suhu							
(constant)	27.949	.645		43.358	.000	26.624	29.274
Jarak limbah	-.529	.205	-.519	-2.576	.016	-.951	-.107
kondisi fisik sumur	1.539	.443	1.542	3.471	.002	.628	2.450
spal	-1.429	.456	-1.137	-3.137	.004	-2.365	-.493
Kekeruhan							
(constant)	22.898	8.440		2.713	.012	5.550	40.246
Jarak limbah	-5.854	2.689	-.527	-2.174	.039	-11.372	-.319
kondisi fisik sumur	2.997	5.805	.276	.516	.610	-8.936	14.929
spal	-5.775	5.964	-.567	-.968	.342	-18.035	6.484
DHL							
(constant)	568.949	207.397		2.733	.011	140.959	995.800
Jarak limbah	-14.647	66.242	-.057	-.221	.827	-150.810	121.515
kondisi fisik sumur	151.392	143.030	.601	1.058	.300	-142.611	445.395
spal	-122.147	146.950	-.516	-.831	.413	-424.206	179.912
PH							
(constant)	8.540	.527		16.195	.000	7.456	9.624
Jarak limbah	-.627	.168	-.708	-3.735	.001	-.973	-.282
kondisi fisik sumur	.632	.363	.728	1.741	.093	-.114	1.377
spal	-.577	.373	-.709	-1.550	.133	-1.343	.189
Klorida							
(constant)	6.999	7.345		.953	.349	-8.098	22.097
Jarak limbah	-.193	2.340	-.008	-.083	.935	-5.003	4.616
kondisi fisik sumur	20.155	5.052	.858	3.989	.000	9.770	30.539
spal	1.567	5.191	.302	.302	.765	-9.103	12.236
Besi							
(constant)	-.194	.312		-.624	.538	-.835	.446
Jarak limbah	.131	.099	.323	1.317	.199	-.073	.335
kondisi fisik sumur	-.269	.214	-.679	-1.254	.221	-.709	.172
spal	.390	.220	1.050	1.771	.088	-.063	.843

Tabel tersebut menunjukkan bahwa ketiga variabel tersebut yaitu :  $X_1$  (jarak pembuangan limbah),  $X_2$  (kondisi fisik sumur), dan  $X_3$  (sistem pembuangan air limbah) yang memiliki pengaruh yang cukup kuat terhadap terbentuknya variasi kualitas airtanah bebas di daerah penelitian adalah variabel kondisi fisik sumur, dimana dapat dinyatakan bahwa : *"Semakin jelek kondisi fisik sumur, maka konsentrasi atas pendukung kualitas airtanah seperti : suhu/temperatur, kekeruhan, dan pH akan semakin tinggi"*.

Berdasarkan hasil analisis di atas, maka hipotesis penelitian tersebut yang menyatakan: *"Diantara unsur-unsur resiko pencemaran (kondisi fisik sumur, sistem pembuangan air limbah, dan jarak pembuangan limbah) yang paling berpengaruh terhadap kualitas airtanah bebas, adalah jarak pembuangan limbah"* tidak terbukti secara meyakinkan. Hal ini mengingat variabel  $X_1$  (jarak pembuangan limbah) tidak berpengaruh kuat terhadap kualitas airtanah, tetapi yang paling berpengaruh justru pada  $X_2$  (kondisi fisik sumur). Hal ini wajar, karena pada umumnya penanganan air limbah di daerah penelitian yang ada saat ini terdiri dari sistem setempat dan sebagian lagi dari sistem terpusat. Sistem setempat dikelola oleh masing-masing keluarga atau individu, dengan mempergunakan jamban tradisional dengan *septic tank*, jamban cemplung, dan sebagian lagi dibuang ke sungai atau tanah kosong. Sistem pembuangan air limbah dari rumah ke rumah disadari oleh Pemerintah Daerah belum memenuhi persyaratan sehingga mengakibatkan pencemaran lingkungan (air dan tanah), terutama di daerah daerah yang padat penduduknya, hal ini diperparah lagi tidak permanennya sebagian besar kondisi fisik sumur di daerah penelitian yang menyebabkan terjadinya perembesan saluran-saluran yang dipakai untuk membuang limbah, dimana saluran-saluran tersebut sifatnya masih belum memadai dan sebagian besar kondisi aliran air limbah penduduk dalam keadaan rusak.

Perbedaan tinggi rendahnya tingkat kepadatan penduduk, di beberapa bagian di daerah penelitian memungkinkan fasilitas-fasilitas kehidupan dan tata ruang semakin semrawut, ruang terbuka semakin sempit, kondisi sanitasi lingkungan menjadi tidak sehat. Hal ini merupakan ancaman pencemaran kualitas airtanah di daerah penelitian akan semakin tinggi.



## KESIMPULAN

Bertolak dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah dikemukakan, dapat diungkapkan beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Berdasarkan parameter kualitas airtanah yang diteliti yaitu temperatur, rasa dan bau, kekeruhan, daya hantar listrik, klorida ( $\text{Cl}^-$ ), nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ), nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ), besi total (Fe), sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), COD, dan BOD. Atas dasar kesesuaian baku mutu air minum, terdapat satu unsur kimia airtanah yang melebihi batas yang diperbolehkan, yaitu unsur besi (Fe) yang terdapat di kelurahan Sitirejo II yaitu 1.08 ppm. Namun demikian secara keseluruhan masih terdapat kesesuaian kualitas airtanah dengan baku mutu air minum.

2. Ditinjau dari segi perbedaan rata-rata konsentrasi baik unsur fisik airtanah bebas setiap tingkat kepadatan penduduk terdapat perbedaan nyata antar tingkat kepadatan penduduk, sedangkan untuk unsur kimia airtanah, kecuali [derajat keasaman (pH), Klorida (Cl), dan Besi (Fe)] tidak terdapat perbedaan nyata antar tingkat kepadatan penduduk, baik itu tingkat kepadatan penduduk rendah ( $< 14.045$  jiwa), tingkat kepadatan penduduk sedang (14.045 – 28.090 jiwa) dan tingkat kepadatan penduduk tinggi ( $> 28.090$  jiwa). Hal ini berarti bahwa perbedaan antar tingkat kepadatan penduduk maupun perbedaan nilai setiap unsur pendukung tidak diikuti oleh perbedaan kualitas airtanah bebas yang terdapat di setiap tingkat kepadatan penduduk.

3. Pengaruh faktor kondisi fisik sumur, sistem pembuangan air limbah, dan jarak pembuangan limbah terhadap kualitas airtanah bebas, tidak berbeda nyata antar tingkat kepadatan penduduk, baik itu tingkat kepadatan penduduk rendah ( $< 14.045$  jiwa), tingkat kepadatan penduduk sedang (14.045 – 28.090 jiwa) dan tingkat kepadatan penduduk tinggi ( $> 28.090$  jiwa), diantara unsur-unsur dari aktivitas penduduk yang terdiri atas kondisi fisik sumur, sistem pembuangan air limbah, dan jarak pembuangan limbah yang paling berpengaruh terhadap pencemaran airtanah adalah kondisi fisik sumur.

## Saran

1. Kedalaman muka airtanah bebas di sebagian besar daerah penelitian relatif dangkal, sehingga memungkinkan terjadinya pencemaran akan lebih mudah. Kondisi ini diperlukan suatu penanganan limbah yang baik, meliputi limbah rumah tangga, limbah

industri, dan limbah lain sesegera mungkin, walaupun kandungan unsur-unsur kimia masing dibawah ambang batas, tetapi besar kemungkinan akan segera meningkat, terutama pada unsur-unsur  $\text{SO}_4$ ,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{NO}_2$ , COD, dan BOD.

2. Meningkatkan kesadaran warga masyarakat dalam penanganan limbah terutama limbah rumah tangga, antara lain tidak membuang limbah atau sampah sembarangan, membuat sumur gali dengan disemen secara baik, membuat saluran limbah dan *septic tank* yang memadai dan memenuhi standar kesehatan lingkungan.

3. Perkembangan wilayah di daerah penelitian semakin maju dan sangat potensial untuk berkembang menjadi kota metropolitan, sehingga dibutuhkan perencanaan tata ruang yang baik sesuai dengan kondisi fisik dan sosialnya. Hal ini diperlukan untuk menjaga dan melindungi keberadaan sumber air bersih dan terhindar dari pencemaran yang berlanjut. Hal ini mengingat kebutuhan air bersih untuk kebutuhan sehari-hari penduduk di daerah penelitian sebagian besar masih tergantung pada airtanah. Apabila terjadi pencemaran airtanah yang berlanjut, selain sulit diperbaiki seperti kondisi semula juga membahayakan kesehatan pemakai terutama untuk diminum.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bintarto dan Surastopo, H. 1979. *Metode Analisis Geografi*. Jakarta: LP3ES.
- Cholil, Munawar. 1983. Airtanah Bebas Sebagai Salah Satu Sumber Air Minum Kota Surakarta. *Skripsi*. Yogyakarta: Sarjana Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Gunawan, Totok. 1992. Pengaruh Perkembangan Fisik Kota Terhadap Perubahan Lingkungan di Kotamadya Surakarta dan Sekitarnya. *Laporan Penelitian*. Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Purnama, I. S., 1997. Pengaruh Kepadatan Penduduk dan Kepadatan Industri Terhadap Kualitas Air Tanah di Kota Semarang. *Laporan Penelitian*, Lembaga Penelitian, Universitas Gadjah Mada.
- Sudarmadji, 1991. Agihan Geografi Sifat Kimiawi Airtanah Bebas di Kotamadya Yogyakarta. *Disertasi Doktor*. Universitas Gadjah Mada

**Gambar 1. Peta Administrasi Kota Medan**